El modelo del Big Bang: Una evaluación

Mart de Groot

Necesitamos más que la cosmología para comprender la estructura y el significado del universo.

La cosmología trata acerca de la estructura y el origen del universo. La cosmología moderna comenzó en la década de 1920, cuando se utilizaban los telescopios más grandes para estudiar los objetos más remotos del espacio y para encontrar respuestas a las preguntas acerca de la estructura del universo. A su vez, las respuestas obtenidas dieron lugar a preguntas acerca del origen del universo. Las observaciones del astrónomo norteamericano Edwin Hubble (1935) señalaron que casi todas las galaxias muestran un fenómeno que fue designado con la expresión «corrimiento hacia el rojo». Esto significa que el color de la luz que recibimos de ellas es más rojizo que cuando salió de su fuente. Una posible manera de producir este cambio de color es por medio del efecto Doppler, es decir, el movimiento de las galaxias al alejarse de la tierra.

Para interpretar sus observaciones, Hubble necesitaba un modelo cosmológico del universo. Existían varios modelos en ese tiempo. Los de Milne y Lemaître, por ejemplo, permitían concebir un universo en expansión de acuerdo con la teoría de la relatividad general de Einstein. Un modelo de Zwicky era más estático pero requería menos ajustes de la física conocida y ninguna introducción de conceptos nuevos. Era, por lo tanto, el marco en el cual podían encajar mejor las observaciones de Hubble. El mismo Hubble no estaba muy seguro de cómo interpretar sus observaciones y, poco dispuesto al principio a arribar a la conclusión de un universo en expansión, llamó al fenómeno del «corrimiento hacia el rojo» «aparentes desplazamientos de velocidad».

Poco después, Hubble abandonó parcialmente sus reservas anteriores e interpretó el «corrimiento hacia el rojo» por medio del efecto Doppler; es decir, concluyó que la mayoría de las galaxias se estaban alejando de nosotros. Es así que se acuñó la expresión «el universo en expansión».

El universo en expansión

El siguiente paso fue simple. Si hoy el universo está en expansión, entonces, en el pasado, el universo debe haber sido más pequeño. Retrocediendo lo suficiente en el pasado, el universo tiene que haber tenido un tamaño mínimo del que se expandió. Parecía una conclusión lógica decir que el universo tuvo un principio en el tiempo. No es sorprendente que esta idea fuera aceptada favorablemente por los cristianos que vieron ese momento del pasado en que todo comenzó a expandirse como el equivalente a «En el principio» de Génesis 1:1. Pero la respuesta a la pregunta acerca de cuánto tiempo hace que ocurrió este principio no se dio tan fácilmente. No sólo era necesario medir la velocidad de expansión actual sino también su variación por la distancia. La relación observada entre la distancia y el «corrimiento hacia el rojo» se conoce como la ley de Hubble, y el parámetro que describe la expansión del universo es el parámetro de Hubble, H_0. El primer cálculo de Hubble dio $H_0 = 500$ km/seg/kpc con una edad consecuente del universo de 2 mil millones de años.

El Big Bang

Esto causó un problema inmediato, porque los geólogos ya habían postulado la edad de la tierra como de unos 4 mil millones de años, y era inconcebible que la tierra, como parte del universo, pudiera ser más antigua que el mismo. La razón para este cálculo tan bajo de la edad del universo era la distancia limitada en que se podían observar las galaxias en esa época. Pero a medida que se utilizaron telescopios más potentes, se determinó con una mayor precisión el valor de H_0, resultando en una mejor equiparación entre las escalas de tiempo geológicas y cosmológicas. En la década de 1960, la situación había mejorado tanto, que se llegó a aceptar ampliamente la edad del universo en alrededor de 10 mil millones de años.

Aun cuando surgieron con los años otras teorías acerca de la historia temprana del universo, el mundo científico en general adoptó la teoría del Big Bang, después del descubrimiento de cierta evidencia importante en 1965. Se piensa que en sus fases tempranas, el Big Bang consistía en un gas muy caliente y muy denso de partículas elementales primero, e hidrógeno y helio después. En dicho gas la luz emitida por una partícula no podía viajar lejos sin que se encontrara con otra partícula, la que la afectaría de tal manera que

cambiaran su frecuencia y dirección. De manera que si hubiera sido posible mirar el universo primitivo desde afuera, uno habría podido ver solamente sus capas exteriores; el universo no era transparente.

Como resultado de la continua expansión del universo, eventualmente su densidad disminuyó lo suficiente como para permitir que la radiación emitida por una partícula viajara a través de casi todo el universo antes de encontrarse con otra partícula. En ese momento, el universo llegó a ser transparente. El universo tenía entonces 300.000 años, que es una edad muy joven; 300.000 años en un total de unos 15 billones es equivalente a 2 horas en la vida de una persona de 50 años. Ya en la década de 1940, Gamow, Alpher y otros habían previsto esta situación y habían calculado que la radiación emitida en esa época debería ser capaz de llegar a nosotros hoy sin modificaciones y de esa manera informarnos acerca de la condición del universo en ese tiempo.

Entonces, en 1965, dos ingenieros en electrónica que trabajaban para la compañía telefónica Bell descubrieron algo inesperado. Percibieron cierto ruido extraño que llegaba a la antena de su radio y, después de analizarlo, concluyeron que provenía de una fuente de radiación que era uniforme en todo el cielo y que tenía una temperatura de sólo 3K. Pronto se supuso que esta era la radiación emitida en la época cuando el universo se tornó transparente. Este descubrimiento le dio un fundamento fuerte a la teoría del Big Bang y convenció a la mayoría de los cosmólogos acerca de su validez.

Esta radiación de 3K, o CMB (en inglés, Cosmic Microwave Radiation, o sea radiación de microonda cósmica de fondo) parecía tener la misma intensidad en todas las direcciones. Esto significaba que se originó de distintos lugares a la misma temperatura y densidad, lo cual era un problema. ¿Cómo se pudieron formar las actuales estructuras del universo —estrellas, galaxias, super grupos de galaxias— en semejante medio uniforme? Esta estructura representa heterogeneidades que deberían haber estado presentes desde una fecha temprana porque una vez que un medio es completamente homogéneo es imposible introducir heterogeneidades en él sin recurrir a una influencia exterior.

Como se llegó a todas estas conclusiones tempranas en base a observaciones terrestres, con todas sus incertidumbres introducidas por el pasaje de la radiación a través de la atmósfera terrestre, se hicieron planes para lanzar un satélite que pudiera observar desde el espacio y llegar a una exactitud mayor. En 1990 se lanzó el COBE (COsmic Background Explorer satellite, o satélite explorador de fondo cósmico). En 1992 se analizaron los resultados y se detectaron pequeñas diferencias de temperatura mirando en distintas direcciones. Estas pequeñas fluctuaciones de temperatura, y por lo tanto de densidad, parecieron ser suficientes para explicar la formación de galaxias y otras estructuras. Como resultado, la gran mayoría de los cosmólogos aceptó la teoría del Big Bang en sus lineamientos generales y, con la ayuda de los medios de comunicación, mucha otra gente también. Es dudoso que el modelo del Big Bang hubiera sido el objeto de semejante interés general si hubiera sido solamente un modelo del origen del universo físico, inanimado.

Al intentar explicar el origen de la materia encontrada en los seres vivos, se relacionó la teoría del Big Bang con la teoría naturalista de la evolución biológica. Así es que se llegó a creer que durante los primeros tres minutos, cuando el universo estaba muy caliente y denso, se formaron sólo los elementos químicos más simples —mayormente hidrógeno y helio—. Cuando se logró esto, la temperatura había descendido tanto que ya no era posible la formación de más núcleos de elementos químicos —nucleosíntesis—. Por esta razón, la pregunta acerca del origen de los elementos químicos importantes para la vida —como el oxígeno, nitrógeno, carbono, calcio, y muchos otros que también se encuentran en la tierra—, llegó a ser una de las más interesantes de la cosmología moderna.

El proceso de la nucleosíntesis

Después de los primeros 300.000 años, —según la teoría del Big Bang— cuando el universo se volvió transparente, las fuerzas gravitacionales aún dejaban sentir su influencia bajo la cual comenzaron a crecer pequeñas heterogeneidades, atrayendo la materia circundante. Eventualmente esto llevó a la formación de grandes nubes compuestas mayormente por hidrógeno y helio. Estas se contrajeron más, y como consecuencia se elevó la temperatura en sus centros. Cuando la temperatura central en estos objetos llegó a alrededor de 10.000.000 K, se encendieron procesos nucleares. El hidrógeno comenzó a transformarse en helio, con la producción de mucha energía que llegó a ser visible como radiación, y «nacieron» las estrellas. Por lo tanto las estrellas brillan a causa de los procesos nucleares en sus centros. Aunque las estrellas son inmensas, la cantidad de combustible nuclear que contienen —hidrógeno— no es ilimitada. Cuando la mayor parte del hidrógeno ha sido consumido, la parte central de la estrella se colapsa y la temperatura aumenta a alrededor de 25.000.000 K. A esta temperatura, el helio, que hasta ese momento ha estado inerte, puede ser utilizado como combustible para una siguiente etapa de nucleosíntesis, que convierte al helio en carbón.

Este proceso se repite varias veces, tomando cada ciclo menos tiempo que el anterior, hasta que se forman los elementos químicos, incluyendo el hierro. Entonces depende de la masa de la estrella lo que sucede después. Si una estrella tiene suficiente masa, explotará como supernova, produciendo muchos elementos más pesados que el hierro en muy poco tiempo. En la explosión se libera al espacio la mayor parte de la materia de la estrella, donde puede formar grandes nubes de las que podría formarse otra generación de estrellas. Eventualmente, y es probable que en más de un lugar, se formaron planetas compuestos de materia sólida, incluyendo la tierra. En ese momento, se supone que tuvieron lugar los procesos de

la evolución naturalista hasta generar la vida y desarrollarla formando seres vivos inteligentes. Y suficiente en lo que concierne al Big Bang.

El modelo del Big Bang tiene muchos elementos con los que los cristianos se pueden identificar. El universo temprano estaba dominado por la radiación y la luz, recordándonos lo ocurrido en el primer día de la semana de la creación. Adán fue formado con material disponible en la tierra, con el polvo de la tierra. El sol, la luna y las estrellas fueron creados cuando ya estaban allí muchas otras cosas del universo: el cuarto día viene después de «el principio». Desafortunadamente la teoría del Big Bang también tiene muchas discrepancias con Génesis 1 pues los primeros 300.000 años, cuando el universo estaba completamente lleno de luz, realmente no pueden ser comparados con el primer día del Génesis; según la teoría la vida no fue creada sino que evolucionó a partir de la materia inanimada; que se requieren mucho más que seis días para que se complete el proceso, etc.

Problemas científicos y filosóficos

Aparte de las diferencias entre la cosmología y el Génesis, encuentro algunos problemas científicos y filosóficos en el modelo del Big Bang, como los siguientes:

Problemas científicos: Primero, la causa del «corrimiento hacia el rojo» no es necesariamente la recesión de las galaxias. Existen otros fenómenos que pueden producir el «corrimiento hacia el rojo». Entre estos, el así llamado «corrimiento hacia el rojo gravitacional» que implica masas increíblemente grandes para las galaxias más lejanas; y el así llamado «efecto Doppler transversal» requeriría una revolución muy rápida alrededor de un centro. Recordando que Elena White escribió acerca de «soles y estrellas y sistemas planetarios, que en el orden a ellos asignado circuyen el trono de la Divinidad»,[1] uno debería tener en cuenta esta posibilidad, especialmente desde que la revolución alrededor de un centro es una difundida característica de los objetos cósmicos. Finalmente también está la idea de que por medio de la interacción con la materia, la luz perdería algo de su energía durante su largo viaje desde una galaxia lejana hasta la tierra. En mi opinión, esta idea de «luz cansada» nunca recibió la atención que merece.

Segundo, en la teoría del Big Bang, las partículas elementales como electrones, protones, neutrinos, neutrones y otras fueron producidas en los primerísimos momentos del universo. De acuerdo con nuestro mayor conocimiento, apoyado adecuadamente por experimentos de laboratorio, dichas partículas elementales se forman en pares: con cada partícula aparece su antipartícula hecha de antimateria: positrones con electrones, antiprotones con protones, etc. Cuando una partícula se encuentra con su antipartícula, las dos desaparecerán en un resplandor de energía. En el universo tan denso, después que se formaron las partículas y las antipartículas, hubiera sido inevitable que cada partícula se hubiera encontrado con su antipartícula. Como resultado, el universo hubiera estado lleno de radiación y sin materia, a excepción de partículas como los neutrones, que no tienen antipartículas. Sin embargo, hay mucha materia normal en el universo. O tiene que haber habido alguna asimetría en la producción de partículas elementales —con formación de más partículas normales que antipartículas—, o aproximadamente la mitad del universo consiste de antimateria, aislada cuidadosamente de la materia normal, de lo cual, hasta ahora,no hay indicio alguno.

Problemas filosóficos: Primero, aunque la condición del universo durante los primeros 300.000 años de su existencia no está abierta a la observación directa, podemos notar su condición a esa edad a partir de la CMB y, suponiendo que la expansión también ocurrió antes de ese momento, podemos extrapolar hacia atrás hasta llegar a épocas más tempranas. Yendo hacia atrás en el tiempo, encontramos un universo cada vez más denso y caliente, donde tenemos que aplicar cada vez más principios físicos menos entendidos para comprender lo que está sucediendo. Inevitablemente, llegamos a un punto en el tiempo antes del cual el universo estaba tan denso y caliente que aún nuestro más avanzado conocimiento de física teórica no puede arreglárselas con las condiciones extremas. Llegamos a este punto cuando estamos apenas a 10^{-43} segundos del punto cero, el principio del tiempo y del espacio.

La condición incomprensible del universo durante esta primera fracción de segundo se conoce como singularidad. Uno podría considerar que una fracción de segundo tan pequeña puede ser pasada por alto y que ahora podemos anunciar triunfalmente que hemos llegado al comienzo del tiempo. Pero el problema es que a una edad de 10^{-43} segundos, se supone que el universo ya habría contenido mucha materia y que, como resultado, realmente no hemos llegado mucho más cerca de la comprensión de dónde vino toda esa materia. Algunos dicen que esta materia «primordial» es el resultado de una fase anterior del universo cuando se colapsó después de haberse expandido inicialmente. Así, uno puede invocar un universo que pasa por ciclos repetidos de expansión y contracción, siendo nuestro universo la versión presente. Este así llamado «universo oscilante» realmente no contesta la pregunta sobre su origen. El sostener que siempre hubo un universo o le quita todo propósito, o lo hace igual al eterno Dios de la Biblia. El cristiano no puede aceptar ninguna de estas dos alternativas. Otros, siendo más honestos, han señalado que es posible crear materia a partir de energía. Pero, por supuesto, queda la pregunta obvia: ¿De dónde salió esa energía? En mi opinión, un Dios todopoderoso es la única respuesta verdadera.

Segundo, el desarrollo de la teoría del Big Bang a través de los últimos 70 años ha estado lleno de suposiciones filosóficas que, de acuerdo con las reglas del razonamiento puramente científico, no deberían ser parte del proceso científico. Entre éstas deberían mencionarse las siguientes: (1) La expansión del universo está basada en una filosofía tendenciosa. En su interpretación del «corrimiento hacia el rojo», Hubble adoptó la validez de

la teoría general de la relatividad (lo que no fue una elección tan mala) y el principio cosmológico —el universo se ve igual desde cualquier punto de observación—. Mientras ésta parece ser una suposición razonable —de hecho, la única que puede ser hecha útilmente— su validez en cualquier escala conocida no es, y tal vez nunca lo será, confirmada. (2) La teoría del Big Bang está basada en la suposición de que la ciencia es capaz de explicarlo todo, de responder a todas nuestras preguntas. Esta es una suposición indemostrable, y aquellos que creen en Dios saben que no puede ser correcta: la ciencia no tiene respuestas adecuadas para las preguntas acerca del origen del amor y el odio, el gozo y la tristeza, la verdad, la belleza, la conciencia y una cantidad de otras características exclusivamente humanas. (3) Frecuentemente se han rechazado varias teorías alternativas sin una investigación apropiada de sus afirmaciones. La cosmología ha rechazado de plano las así llamadas teorías «no científicas», esto es, teorías que contienen elementos de la filosofía o de la religión. Y al adoptar esa actitud la cosmología se ha autocondenado porque ella a su vez ha incorporado ciertas suposiciones filosóficas, no científicas. Y, para empeorar la situación, la cosmología ha cerrado los ojos a lo que bien podría ser una parte esencial de la realidad y del universo.

Esto se percibe mejor en lo que considero el dogma tácito pero muy claramente entendido de la cosmología que el Dios de la Biblia y del Calvario no existe, y que cualquier dios en el que creamos es el resultado de nuestra propia hechura. Nuevamente, los cristianos no pueden aceptar esto.

Conclusión

En base a lo anterior, debemos concluir que la cosmología moderna, representada por la teoría del Big Bang, puede tener sus virtudes al explicar numerosos aspectos del universo físico, inanimado, pero resulta ser una teoría pobre cuando trata de explicarlo todo, y deja demasiadas de nuestras preguntas sin responder. Como concluye Roberto Jastrow en su libro *God and the Astronomers:* «En este momento pareciera como que la ciencia nunca será capaz de levantar el velo del misterio de la creación. Para el científico que ha vivido teniendo fe en el poder de la razón, la historia termina como una pesadilla. Ha escalado las montañas de la ignorancia; está por conquistar la cumbre más alta y mientras se levanta por sobre la última roca, es recibido por un grupo de teólogos que han estado sentados allí desde hace siglos».[2]

Entonces, ¿es posible armonizar la cosmología moderna con la Biblia? ¿Debería uno seguir tratando de hacerlo? Y, si la repuesta es positiva, ¿cómo puede lograrse esto? A pesar de mi observación crítica anterior, permíteme afirmar que admiro el método y la iniciativa de los científicos. Debido a ellos hemos aprendido mucho acerca de la naturaleza que nos puede ayudar a vivir vidas más cómodas. Más aún, la ciencia es uno de los métodos de Dios para darse a conocer a sí mismo y de su plan para nosotros. «Los cielos" todavía "cuentan la gloria de Dios» (Salmos 19:1). Pero hay por lo menos dos problemas con este medio de comunicación. El pecado ha arruinado la obra de Dios y si bien refleja el carácter de Dios, lo hace débilmente. Y nuestra comprensión de la naturaleza, y de Aquel que quiere revelarse a través de ella, es incompleta mientras aún hay falencias en nuestro conocimiento acerca de las leyes de la naturaleza que deberían ayudarnos a interpretar el mensaje de Dios correctamente. Al mismo tiempo, no olvidemos que no podemos encerrarnos en la torre de marfil de la teología y explicar todo lo que nos rodea, y acerca de nosotros solamente con la Biblia.

De hecho, es precisamente debido a nuestra comprensión incompleta de las leyes, tanto de Dios como de la naturaleza, que muchas veces las percibimos como si estuvieran en conflicto. Pero Dios es el autor de ambas, y no puede haber conflicto si se comprenden las cosas correctamente. Necesitamos ambas disciplinas para darle sentido al universo en el que vivimos. Cierta vez, Albert Einstein dijo: «La religión sin ciencia es ciega; y la ciencia sin religión es coja».[3]

En nuestro esfuerzo por obtener respuestas adecuadas a nuestras preguntas acerca de los orígenes, es difícil saber exactamente cómo combinaremos los hallazgos de la ciencia con nuestra comprensión de la Biblia. Creo que Dios creó el universo. «En el principio» bien puede significar que comenzó su obra creadora hace mucho tiempo. La cosmología, correctamente entendida, nos cuenta cómo realizó Dios la tarea de preparar un planeta con suficiente polvo de la composición química adecuada para formar seres humanos y mantenerlos con vida. Entonces Dios completó su obra de creación. En seis días preparó la tierra para que fuera habitada y luego creó muchas criaturas vivientes, entre las cuales la humanidad iba a tener un lugar muy especial.

El resto de la Biblia nos dice lo que pasó después y cómo, a pesar de nuestra rebelión, el magnífico plan de Dios finalmente se cumplirá en aquellos que aceptan la redención ofrecida por medio de Jesucristo. El cumplimiento de este plan incluye la oportunidad de aprender la auténtica verdad acerca del universo. Y con gusto cambiaré de opinión cuando el Creador me diga que lo hizo de otra manera.

Mart de Groot (Doctor en Ciencias Naturales, Universidad de Utrecht) es investigador asociado principal en el Observatorio Armagh, Irlanda del Norte. El Dr. de Groot fue entrevistado en Diálogo *3:1 (1991), pp. 18-19. Su dirección postal: 2 Sandymount Road; Richhill, Co. Armagh; BT61 8QP Northern Ireland; United Kingdom. E-mail: mdg@star.arm.ac.uk*

Notas y referencias

1. Elena G. White, *El conflicto de los siglos* (Mountain View, Calif.: Publicaciones Interamericanas, 1954), p. 736.
2. Robert Jastrow, *God and the Astronomers* (New York, W. W. Norton & Co., 1978)
3. P. Frank, *Einstein: His Life and Times* (New York: Alfred A. Knopf, 1947).